

IMPLEMENTASI METODE FMEA & FTA UNTUK MEMPREDIKSI DELIVERY TIME PROJECT EPC – STUDI KASUS KONSTRUKSI/ FABRIKASI POWER GENERATION MODULES 2X62MW FPSO X PROJECT PT. X DI BATAM

Firman Edi

PT Wasco Engineering

Jl. Brigjen Katamso KM.5, Tj. Uncang, Batu Aji, Kota Batam, Kepulauan Riau

Abstrak

Keberhasilan sebuah proyek ditentukan dari bagaimana *scope*, *timeline* dan biaya proyek yang telah disepakatkan, pada suatu proyek dapat dicapai (PMBOK)[1]. Pada berbagai kasus dalam proyek *engineering*, aktivitas proyek biayanya telah disusun secara ketat pada rencana aktivitas pengelolaan proyek. Salah satu proyek pada industri perminyakan dunia adalah proyek konstruksi fasilitas *Floating Production Storage Oil* (FPSO). Dalam pelaksanaan pekerjaan subkontrak fabrikasi modul PGM pada proyek FPSO X dijumpai beberapa resiko, kendala dan ketidakpastian yang mungkin akan terjadi pada phase *engineering*, *procurement* dan *construction* yang berdampak pada keterlambatan dalam penyerahan produk kepada *end user/customer* sesuai target waktu kerja yang direncanakan sebagaimana tertuang pada *contract agreement*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi parameter faktor - faktor penyebab keterlambatan phase EPC dalam fabrikasi PGM module proyek FPSO PT X yang berpengaruh pada kesuksesan proyek dengan mengimplementasi metode FMEA dan FTA untuk memprediksi *delivery time* proyek tersebut.

Berdasarkan analisa metode FMEA yang ditampilkan pada grafik resiko didapatkan nilai RPN yang termasuk dalam kategori area *intolerable risk* dengan range nilai RPN adalah > 48 sampai 126 dan nilai *level of severity* adalah > 4 sampai 7 serta didukung dari analisa metode FTA yang menghasilkan 24 *basic event* sebagai faktor – faktor dominan penyebab terjadinya keterlambatan dalam pelaksanaan proyek PGM modul FPSO di PT X serta terjadinya penambahan suatu biaya pekerjaan pada phase EPC tersebut.

Kata Kunci: Proyek, Manufaktur/Fabrikasi, FMEA, FTA, Keterlambatan, Resiko

I. PENDAHULUAN

Salah satu proyek pada industri perminyakan dunia adalah proyek pembuatan fasilitas *Floating Production Storage Oil* (FPSO) sebagaimana ditunjukkan pada gambar 1 di bawah ini:



Gambar 1 FPSO

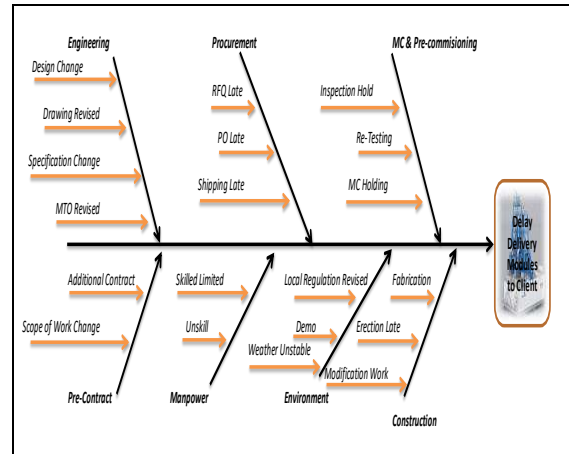
PT X di Batam mendapatkan pekerjaan subkontaktor untuk fabrikasi *Power Generation Module* (PGM) pada suatu fasilitas FPSO berupa sebuah proyek dengan lingkup pekerjaan meliputi *engineering*, *procurement* dan *construction* fabrikasi modul PGM termasuk serta pemasangan peralatan dan pembangkit sesuai dengan jadwal sebagaimana ditunjukkan pada *milestone* proyek pada Tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1 *Milestone Schedule Proyek*

Task	Start	Finish	Duration	Predecessors	Successors
1. Project Initiation	01/01/2024	01/01/2024	1 days		2. Concept Development
2. Concept Development	01/01/2024	01/01/2024	1 days		3. Detailed Design
3. Detailed Design	01/01/2024	01/01/2024	1 days		4. Procurement
4. Procurement	01/01/2024	01/01/2024	1 days		5. Construction
5. Construction	01/01/2024	01/01/2024	1 days		6. Commissioning
6. Commissioning	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
7. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
8. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
9. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
10. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
11. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
12. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
13. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
14. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
15. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
16. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
17. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
18. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
19. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
20. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
21. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
22. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
23. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
24. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
25. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
26. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
27. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
28. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
29. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
30. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
31. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
32. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
33. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
34. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
35. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
36. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
37. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
38. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
39. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
40. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
41. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
42. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
43. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
44. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
45. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
46. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
47. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
48. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
49. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		
50. Project Closeout	01/01/2024	01/01/2024	1 days		

Dalam pelaksanaan pekerjaan subkontrak fabrikasi modul PGM pada proyek FPSO X dijumpai beberapa resiko, kendala dan ketidakpastian yang mungkin akan terjadi pada phase *engineering*, *procurement* dan *construction* yang berdampak pada keterlambatan penyerahan produk kepada *end user/customer* sesuai target waktu kerja yang direncanakan sebagaimana tertuang pada *contract agreement*.

Untuk mengatasi resiko keterlambatan *delivery* yang terjadi pada setiap *phase* dari pelaksanaan pengerjaan fabrikasi modul PGM dari proyek FPSO maka perlu diidentifikasi faktor-faktor serta parameter yang mungkin akan mengakibatkan keterlambatan tersebut, untuk itu digunakan *fishbone diagram* dari Kaoru Ishikawa [3]. Faktor-faktor tersebut ditampilkan pada gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2 Fish Bone Diagram, diadopsi dari K. Ishikawa[2]

Dari indikasi permasalahan sebagaimana dibicarakan pada identifikasi masalah, dikenali faktor-faktor yang menyebabkan keterlambatan pada berbagai phase pelaksanaan fabrikasi modul di Yard PT X yang dapat dirumuskan menjadi permasalahan utama pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana operasional sistem manufaktur dapat dilakukan untuk mengoperasikan proyek subkontrak modul PGM ?
2. Bagaimana operasional manufaktur/fabrikasi yang digunakan guna mencapai *on time delivery schedule* ?
3. Bagaimana operasional manufaktur/fabrikasi yang digunakan mempengaruhi kualitas produk ?
4. Bagaimana operasional manufaktur/fabrikasi yang digunakan mempengaruhi biaya produksi ?

Tujuan yang dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi parameter keterlambatan phase *engineering*, *procurement* dan *construction* pada fabrikasi PGM module proyek FPSO yang berpengaruh kesuksesan proyek, meliputi:

1. Mendapatkan operasional sistem manufaktur untuk sukses mengoperasikan proyek subkontrak PGM modul.
2. Mendapatkan operasional manufaktur/fabrikasi yang dapat digunakan mencapai pengiriman tepat waktu.

3. Mendapatkan operasional manufaktur/fabrikasi yang dapat menekan rejection dari produk tersebut.
4. Mendapatkan operasional manufacturing/fabrikasi yang dapat menekan biaya *overhead*.

Batasan pada penelitian ini sebagai berikut sebagai acuan pelaksanaan:

1. Penelitian yang dilaksanakan dari sisi internal PT X sebagai kontraktor pelaksana.
2. Penelitian yang dilaksanakan pada realisasi subkontraktor PGM Modul pada FPSO.
3. Proyek yang diteliti adalah proyek yang sedang berjalan dari tahun 2014 sampai 2015.

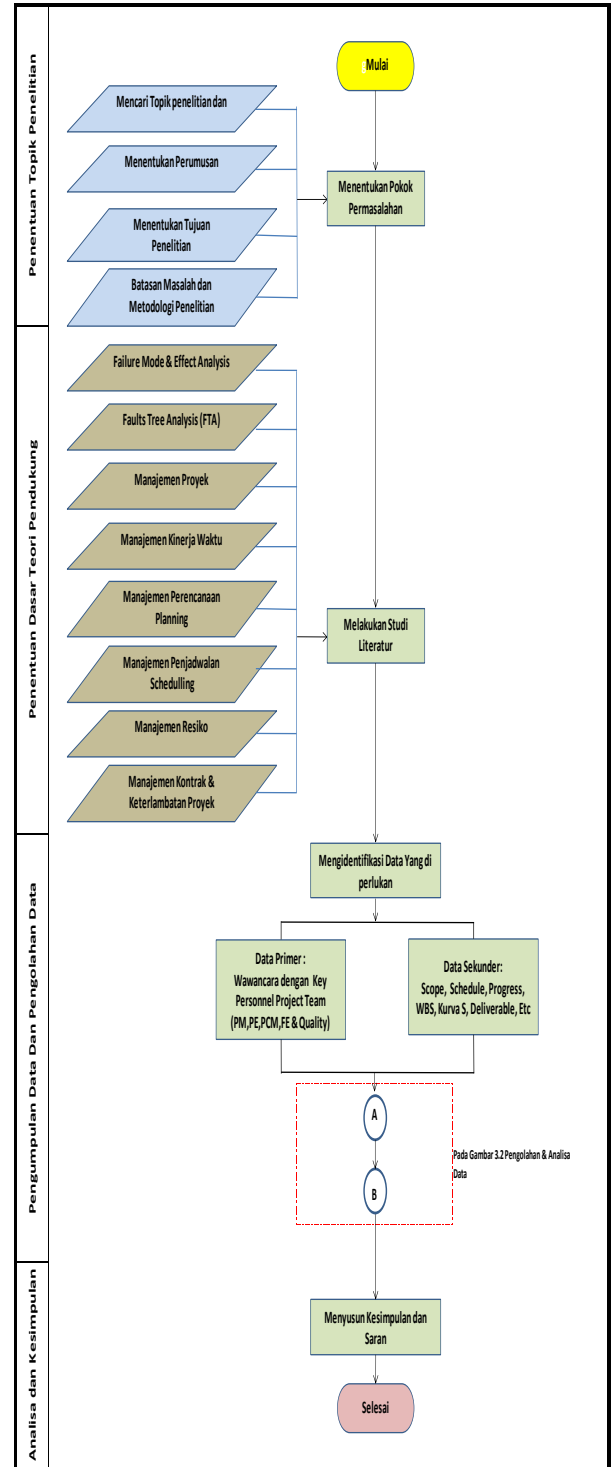
II. METODELOGI PENELITIAN

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengelola suatu kegiatan proyek dan untuk merealisasikan sebuah produk *engineering* berupa modul PGM, pada penelitian ini diterapkan prinsip – prinsip dasar manufaktur untuk pengelolaan proyek sehingga diharapkan proyek dapat berhasil dengan sukses dimana kualitas produk mencapai level terbaik, dengan biaya paling minimal dan proyek dapat diserahkan tepat waktu.

Untuk melaksanakan penelitian ini kerangka penelitian yang digunakan adalah meliputi:

1. Mempelajari ruang lingkup proyek dan kelayakan dari sisi teknis dan serta pada elemen - elemen permasalahan.
2. Membuat perencanaan proyek meliputi *schedulling*, penentuan sumber daya dan biaya
3. Menganalisa resiko pada tahap perencanaan dan pengendalian proyek ModulPGM FPSO di PT X.

Sistematika penelitian pada kegiatan penelitian ini mengacu pada diagram alur penelitian sebagaimana ditunjukkan pada gambar 3 di bawah ini:



Gambar 3 Diagram Alir Penelitian

Teknik Pengumpulan Data

Pada tahap penelitian ini berisikan data yang akan diolah agar dapat memberikan gambaran yang lebih jelas dan mudah dipahami. Teknik yang digunakan adalah dengan mengumpulkan data secara langsung (data primer) di area kerja PT. X pada pengerjaan proyek fabrikasi konstruksi modul PGM FPSO dengan

memawancara *key personnel* proyek team maupun data sekunder yang didapatkan sebagai referensi dan acuan.

Pengolahan Data

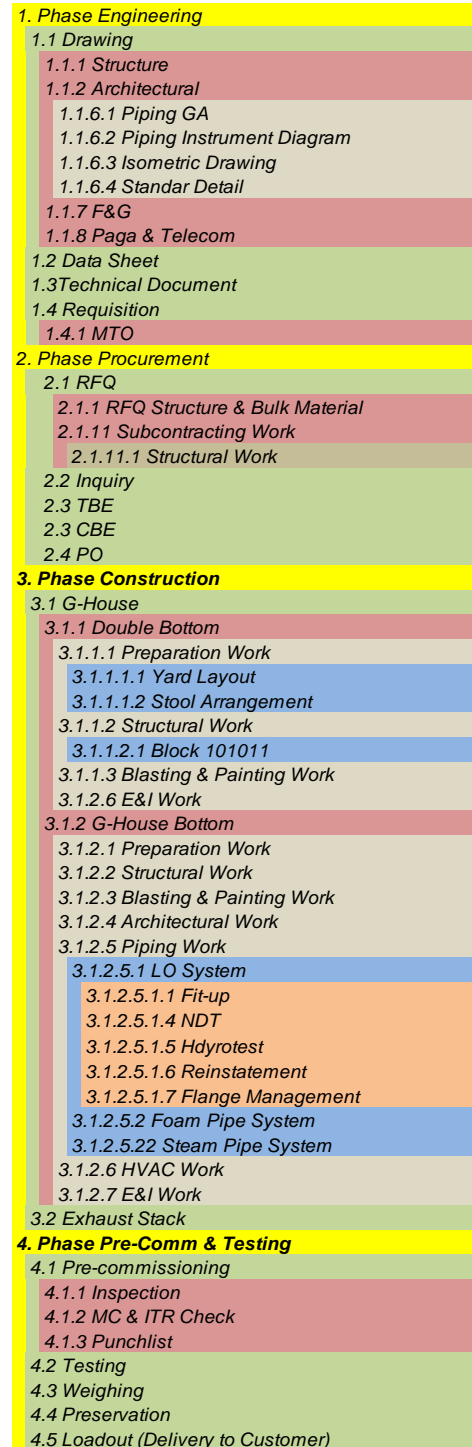
Pada penelitian ini dilakukan penggabungan identifikasi dan analisa resiko, dimana analisa ini bersifat kuantitatif. Penelitian ini juga mengunnakan dua metode, yaitu metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi failure mode dari setiap proses pekerjaan pada phase EPC dan severity/efek dari failur mode tersebut. Sedangkan untuk mencari sumber penyebab failure mode yang terjadi pada proyek module PGM FPSO digunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk mengetahui seberapa besar hubungan antara faktor-faktor keterlambatan terhadap keterlambatan proyek kontruksi tersebut.

III. ANALISA DATA DAN HASIL PENELITIAN

Penelitian ini membahas tentang hasil dari analisa penelitian yaitu untuk mengetahui dan mendapatkan item pekerjaan yang terlambat dalam proses fabrikasi module PGM pada suatu proyek FPSO yang terlambat serta faktor dasar penyebab keterlambatan item pekerjaan tersebut.

Work BreakdownStructure (WBS)

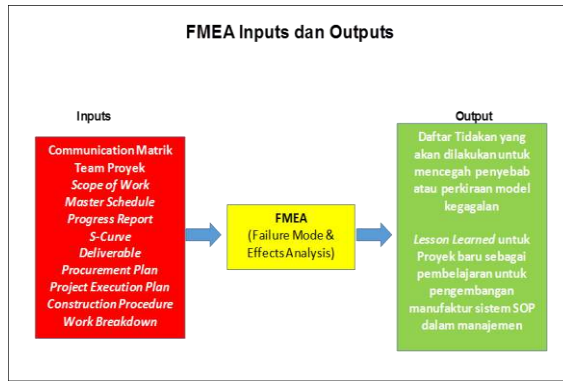
WBS seperti yang jabarkan pada gambar 4 di bawah ini:



Gambar 4 WBS

Analisa Data dengan Metode FMEA

Pada fabrikasi modul PGM proyek FPSO sebagai analisa resiko keterlambatan ditampilkan dalam alur proses pada gambar 5 di bawah ini:



Gambar 5 FMEA Inputs & Outputs [15]

Identifikasi Failure Mode/Risiko dengan FMEA, pada penelitian ini diidentifikasi *failure mode*/risiko pada tiap-tiap pekerjaan dengan menggunakan metode FMEA yang didapat dari data primer (wawancara dengan proyek team) dan sekunder (*progress report*, *wbs* dan lain-lain), didapatkan variabel risiko Mengidentifikasi dan Menilai Severity/Effect dengan Metode FMEA yang ditunjukkan pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2 Nilai Severity/Effect

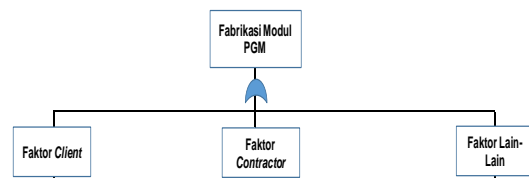
FAILURE MODE & EFFECTS ANALYSIS SHEET										(PROCESS FMEA)			
Proj : Kraken FPSO - PGM Modules			FMEA No. :		PP-001								
Sub system			FMEA Rev. No. :		0								
Reference			FMEA Date :		25-May-16								
Con. : PD, PM, PE, EM, POM, OM, QA, HSE, SCM			Prepared by :		PM								
NO	FAILURE EFFECT	SEV	CAUSES	OCG	CONTROL	DET	SPN	ACTIONS PLANS	RESP.	SEV	OCG	DET	SPN
How	How does the failure affect the function of the step?	S C O H A I	What is the root cause or reason for the failure?	S C O H A I	What control level are currently in place to catch or prevent this failure?	S C O H A I	S C O H A I	(Recommended Actions)	Person in-charge & Target Completion date	S C O H A I	S C O H A I	S C O H A I	S C O H A I
2	No Permanent Access Inside Module	7	Receiving Material	5	High	3	105	Depending to Client for UTOJ Drawing as effect on	PM EM	2	2	1	4
3	Architectural Work unable to finishing	7	Receiving Material	6	High	3	105	Depending to Client for UTOJ Drawing as effect on	PM EM	1	2	1	2
8	Piping laying, hydraulic, erection, flanging & re-assembly, ITP	7	Design Changes	3	High	3	100	1. Qty of fabricated spools based on design tolerance can be referred to impact drawing table. Estimated 50% of RT spools are affected. 2. New spools will be received on 27th March. Confirmation required for fabric date to avoid shortage of materials.	PM	1	1	1	1
9	Pipe Laying	6	Specification Under IFA	5	High	3	90	RT can not be done in 24 hrs due to non-availability of RT bucket; RT submitted for P4UT. Estimated completion date of RT is based on available RT port as of 23rd March	PM	1	1	1	1
	Hydrant & Re-assembly	7	Line List not approved yet	4	Medium	3	84			1	2	1	2
11	ITP Closure	6	Un-defined on specification for Piping	6	High	3	108	Issue technical query based on Vendor proposal to Client	PM SCU EM	1	1	1	1
14	QA/ Completion work	7	UNKNOWN IFA of Balance Free Issued Equipment	3	High	3	105	Highlighted to Client on 4th March date for Sequence work as affected on cost	PM	1	1	1	1
25	Work & Modification Work	5	Site instruction by Client following revision construction drawing	6	High	3	90	Requested to Client to issue of Site instruction for Additional Work as affected on cost	PM CM	1	1	1	1
38	Changed Lifting Schedule for Erection Gas Stencil Unit	6	Site instruction by Client following revision construction drawing due Weight increase	3	High	3	90	Requested to Client to issue of Site instruction for Additional Work as affected on cost	PM CM	1	1	1	1

Analisa Data Dengan Metode *Fault Tree Analysis* (FTA)

Pada metode FTA adalah mengidentifikasi *intermediate event* dan *basic event* adalah untuk menggambarkan pohon kesalahan (*fault tree*) yang tersusun di antara penyebab yang satu dengan penyebab lainnya sehingga diketahui kemungkinan terjadinya faktor penyebab keterlambatan secara sistematis dalam fabrikasi modul PGM pada FPSO proyek.

Penentuan *intermediate event* dan *basic event* pada fabrikasi modul PGM FPSO proyek didapatkan dari hasil analisa data dan studi literature tentang faktor – faktor yang mempengaruhi keterlambatan pada suatu proyek tersebut.

Intermediate event dari masing – masing item pekerjaan yang terlambat untuk level pertama dapat dikelompokkan menjadi seperti yang ditunjukkan pada gambar 6 di bawah ini:

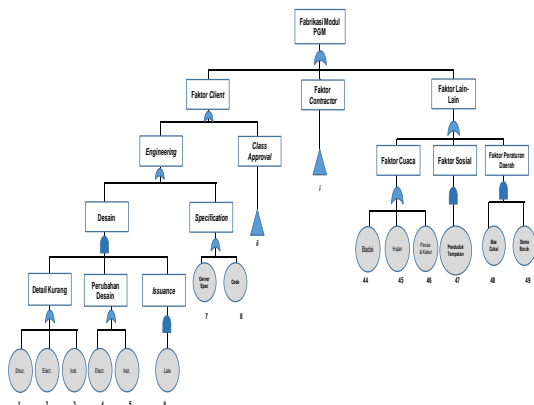


Gambar 6 Top Event Level Pertama

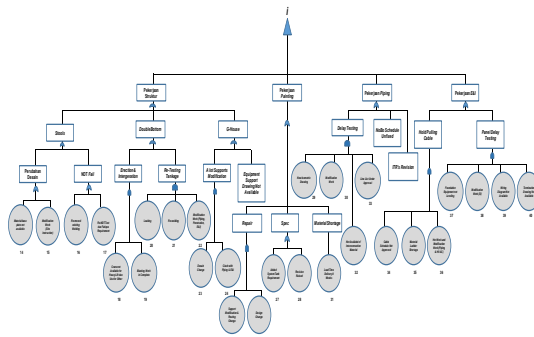
Adapun pada FTA metode dilakukan tahap-tahap sebagai berikut:

1. Menetapkan kejadian puncak (*top event*) yang telah ditentukan sebelumnya.
2. Menentukan *intermediate event* tingkat pertama terhadap kejadian puncak.
3. Menentukan hubungan *intermediate event* tingkat pertama ke *top event* dengan menggunakan gerbang logika (*logic gate*).
4. Menentukan *intermediate event* tingkat/level kedua
5. Menentukan hubungan *intermediate event* tingkat kedua ke *intermediate event* tingkat pertama dengan menggunakan gerbang logika (*logic gate*).
6. Melanjutkan sampai ke *basic event*.

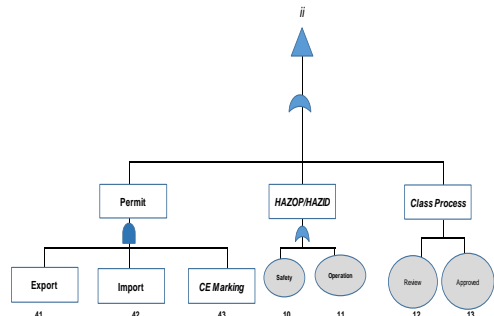
Penggambaran konstruksi FTA “fabrikasi modul PGM pada FPSO proyek” dapat dilihat pada gambar 7, gambar 8 dan gambar 6 di bawah ini:



Gambar 7 FTA Top Event Fabrikasi Modul PGM



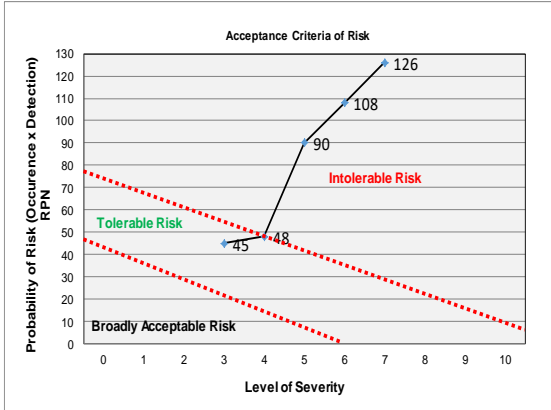
Gambar 8 FTA Intermedia Event Faktor Kontraktor



Gambar 9 FTA Intermedia Event Class Approval

Pada saat melakukan analisa metode FMEA dihasilkan nilai severity resiko dari berbagai tahap *engineering*, *procurement* dan *construction* dalam fabrikasi modul PGM pada proyek FPSO, dengan ini peneliti menggunakan metode skala untuk mengukur tingkat severity kejadian variabel risiko yang relevan. Berdasarkan analisa metode FMEA di tampil grafik resiko sebagai penjelasan dalam pemetaan penyebab keterlambatan yang paling dominan sekali pada aktivitas

pekerjaan-pekerjaan serta perencanaan mitigasi (*action plans*) yang dikategorikan *intolerable* risiko maupun *tolerable* risiko tersebut berdasar nilai-nilai *severity* versus *probability of risk* (RPN) yang ditunjukkan pada gambar 10 di bawah ini:



Gambar 10 Risk Chart Fabrikasi Modul PGM Proyek FPSO

Setelah dilakukan penggambaran diagram FTA (*Fault Tree Analysis*), maka langkah tahap selanjutnya dengan penentuan *cut set* dalam kombinasi pembentuk pohon kesalahan yang mana bila semua terjadi akan menyebabkan peristiwa puncak (*top event*) dari penyebab keterlambatan dalam setiap pekerjaan yang paling dominan terjadi pada fabrikasi modul PGM pada proyek FPSO, sedangkan *mocus* adalah suatu metode untuk mendapatkan *cut set* dan *minimum cut set* yang diambil dari data diagram FTA. Berikut ini adalah analisa *mocus* dari setiap *top event* pada fabrikasi modul PGM, minimal cut set untuk pekerjaan tersebut bisa dilihat pada tabel 3 di bawah ini:

Tabel 3 Minimal Cut Set Fabrikasi Modul PGM

Minimal Cut Set			
1,4,6,8	41,42,43,10,11,12	18	45
1,3,5,7	41,42,43,10,11,13	27,28	46
2,4,6,8	41,42,43,10,11,13	29,30,33	48,47
2,3,5,7	14,15,16,17,18,19	44	

Sumber: perhitungan

Hasil FTA penyebab keterlambatan pekerjaan fabrikasi module PGM pada proyek FPSO menghasilkan 49 *basic event* sedangkan dengan analisa *Mocus* didapatkan 24 *basic event* serta untuk *top event* yang

paling sering muncul adalah pada tahap – tahap berikut:

1. *Phase engineering* adalah perubahan desain, *specification*, *MTO revision* dan *flow approval* dari *NoBo* (Notified Body) yang berhubungan pada izin operasional modul PGM FPSO untuk kawasan Uni Eropa.
2. *Phase procurement* adalah additional material top-up dan *lead time delivery* yang lama dikarenakan *constraint* dengan *phase engineering*.
3. *Phase construction* adalah keterlambatan proses *erection*, *testing*, *MC-ITR* dan *modification work* berdasarkan instruksi dari pihak *client*.

IV. KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

1. Didapatkan beberapa variable risiko yang hasil identifikasi metode FMEA dan FTA yang relevan pada fabrikasi modul PGM proyek FPSO, yaitu:
2. Adapun konsekuensi *impact* yang dapat ditimbulkan akibat terjadinya risiko adalah sebagai berikut:
 - Penambahan waktu kerja (*schedule*)
 - Penambahan biaya pekerjaan (*cost*)
 - Berkurangnya produktifitas kerja dikarenakan banyaknya *modification work* dan *repair work* yang terjadi (*productivity*)
 - Menyebabkan *potential* kecelakaan kerja yang tinggi (*personnel*)
 - Tingginya nilai *observation* dari *inspection quality team* dikarenakan perkerjaan berhubungan dengan aktivitas lain (*punchlist rate*)
 - Perubahan metoda kerja berdasarkan *work instruction* (*work sequence*)
3. Tindak mitigasi dari masing – masing resiko yang paling dominan dalam table 4.3 adalah yang mempunyai nilai *probability of risk* (RPN) adalah antara 48 sampai dengan 126 dalam category intolerable risk dimana nilai level of severity adalah antar 4 sampai dengan 7.

Daftar Pustaka

- [1]. Project Management Institute, (2008), *A Guide In The Project Management Body of Knowledge – Fourth Edition* PMBOK, Pennsylvania : Project Management Institute, Inc.
- [2]. Kraken FPSO Technical Specification (2013), *Module Definition & General Layout & Plot Plan Process Deck*, page 21.
- [3]. Kaoru Ishikawa, (1991), *Guide to Quality Control*.
- [4]. Crow, Kenneth. 2002. Introduction to Value Analysis. Dalam <http://www.npd-solutions.com/va.html>. Diakses tanggal 25 Januari 2013.
- [5]. Kevin A. Lange, Steven C. Legget, and Beth Baker, 2001, *Potential Failure and Effect Analysis*, AIAG Press.
- [6]. Gaspersz, V., 2001. *Metode Analisis untuk Peningkatan Kualitas*. Penerbit PT.Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- [7]. Stamatis, D. H. 1995, *Failure Mode and Effect Analysis : FMEA from Theory to Execution*. Milwaukee : ASQC Quality Press
- [8]. P.L Clemens, (2002), *Fault Tree Analysis Fourth Edition (FTA)*, Jacobs Sverdrup, George Washington University
- [9]. Soeharto, Iman, (1997). *Manajemen Proyek: dari Konseptual sampai Operational*, Jakarta. Erlangga
- [10]. Tjaturono. dan Mochtar, Indrasurya B. (2008) : *Pengembangan Metode Fast-Track untuk Mereduksi Waktu dan Biaya Pelaksanaan Proyek*. (Studi Kasus: Rumah Menengah di Malang, Jawa Timur), Media Komunikasi Teknik Sipil.
- [11]. Kerner, Harold, 1995, *Project Management: A System Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*, Van Nostrand Reinhold, USA.
- [12]. The Institute of Risk Management, (2002), *A Risk Management Standard*, London.
- [13]. Santosa, Budi, (2009), *Manajemen Proyek*, Graha Ilmu, Yogyakarta, hal 191 - 206
- [14]. Sonhadji, (2011), *Manajemen Resiko Dalam Project Jalan Tol*, Thesis Magister Teknik Sipil, Universitas Islam Sultan Agung, Semarang, hal 25 – 45

- [15]. Keppres No. 80 Tahun 2003, Jenis jenis kontrak konstruksi, Jakarta.
- [16]. Abd. Majid, M. Z. dan McCaffer, R. (1997). *Discussion of Work Performance of Maintenance Contractors in Saudi Arabia. Journal of Management in Engineering ASCE*, Vol. 13, No. 5, Pg. 91
- [17]. Riyanto Nugraha, Analisis Faktor-faktor penyebab keterlambatan pelaksanaan proyek PIK Mall dan Hotel untuk Acuan Pengendalian pelaksanaan proyek tahapan berikutnya, Fakultas Teknik Mercu Buana, Jakarta.
- [18]. Dhian C, Nur Astina, Ida Ayu Rai Widhiawati, IG Putu Joni, Analisa Faktor-faktor penyebab keterlambatan pelaksanaan pekerjaan proyek konstruksi di Kabupaten Tabanan, Fakultas Teknik Sipil Universitas Udayana, Denpasar.
- [19]. Ridhati Amalia, M. Arif Rohman, Cahyono Bintang Nurcahyo, (2012), [Analisa Penyebab Keterlambatan Proyek Pembangunan Sidoarjo Town Square Menggunakan Metode Fault Tree Analysis \(FTA\)](#), ITS, Surabaya
- [20]. Chrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation, (1995), Potential Failure Mode and Effect Analysis (FMEA).
- [21]. Kingsley Kejuo, (2012), Critical Success Factors : Telecommunication Network Equipment Procurement Projects , A case study of MTN Nigeria, Royal Institute of Technology
- [22]. Rebecka Casselbrant, Erik Wiklund, (2011), Six Sigma Project Management, Managing Fast Track Projects at Plan & Secure Capacity, IKEA, LUND University, Sweden.
- [23]. Ewelina Gajewska, Mikaela Ropel, (2011), Risk Management Practices in Construction Project – A Case Study, Chalmers University of Technology, Sweden.
- [24]. Rohaniyati Salleh, (2009), Critical Success Factors of Project Mangement for Brunei Construction Projects: Improving Project Performance, Queensland University of Technology.
- [25]. Anthony Perrenoud, (2012), Effective Succession Planning in Construction Companies, Arizona State University